

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Ústav pro životní prostředí

Studijní program: Ekologie a ochrana prostředí

Studijní obor: Ochrana životního prostředí



Bakalářská práce

***Studie kvality vody ve vybraných pramenech a studánkách v CHKO
Křivoklátsko***

The study of water quality in springs and wells in Křivoklátsko area

Zpracovatel: Tomáš Brabenec

Školitel: Ing. Libuše Benešová CSc.

2011/2012

Poděkování

Rád bych poděkoval své školitelce Ing. Libuši Benešové, CSc. za odborné konzultace, ochotu, trpělivost a pomoc. Dále také RNDr. Jaroslavu Tonikovi, CSc. za konzultace. Pracovníkům CHKO Křivoklátsko, jmenovitě Ing. Kateřině Frankové a panu Miroslavu Trojanovi děkuji za odbornou pomoc v terénu.

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že celou bakalářskou práci, včetně příloh, jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechnu použitou literaturu a podklady. Předložená práce je totožná s elektronickou verzí, která byla vložena do Studijního informačního systému.

V Praze dne:

Podpis:

Abstrakt

V současné době je příroda okolo nás soustavně znečišťována antropogenní činností, proto musí být sledována kvalita všech složek životního prostředí, vody nevyjímaje. Tato práce se zabývá především kvalitou vody ve vybraných pramenech a studánkách v Chráněné krajinné oblasti Křivoklátsko. U jednotlivých studánek je uvedeno v jakém prostředí se nacházejí a u některých je i historie. Byly vytipovány lokality, ve kterých byl proveden odběr vzorků vody, a v laboratoři se stanovily základní fyzikálně-chemické parametry. V závěru práce jsou jednotlivé studánky a prameny zařazeny do tříd jakosti vody dle normy ČSN 75 7221. Dále je uvedeno, které sledované parametry mají překročené limity a zda je voda v dané studánce nebo prameni pitná či nikoliv.

Klíčová slova: voda, studánka, pramen, Křivoklátsko,

Abstract

At present, the nature around us is constantly being polluted by anthropogenic activities; therefore the quality of all components of the environment, including water must be monitored. This thesis examines mainly the water quality in selected springs and wells in the Protected Landscape Area of Křivoklátsko. For individual wells is shown in what environment they are and even some history. Several locations were tipped off where water sampling was carried out, and in the laboratory the basic physico-chemical parameters were defined. In conclusion of this thesis, are the individual wells and springs included in water quality classes according to CSN 75 7221. It is shown that monitored parameters have exceeded limits and whether the water in a well and spring is drinking or not.

Key words: water, spring, source, Křivoklátsko

Obsah

1. Úvod.....	6
2. Rámcová směrnice o vodní politice ES – European Water Framework Directive 2000/60/EC	7
3. Chráněná krajinná oblast a Biosférická rezervace Křivoklátsko.....	9
4. Hydrologické poměry CHKO a BR Křivoklátsko.....	13
4.1. Povrchová voda.....	13
4.2. Podzemní voda.....	13
4.3. Vegetace poblíž a uvnitř vodních útvarů.....	13
5. Prameny a studánky.....	15
6. Chemismus podzemních vod	19
7. Studované studánky a prameny v CHKO Křivoklátsko	21
8. Metodika odběru vzorků	23
9. Metodika rozborů vody:.....	24
10. Výsledky a hodnocení.....	25
11. Závěr	31
12. Literatura.....	32
13. Přílohy.....	35

1. Úvod

Chráněná krajinná oblast Křivoklátsko je území, které vyniká svou zajímavostí a pestrostí po všech směrech. Nabízí proto velice vhodné podmínky pro zkoumání biotických i abiotických poměrů. Hlavním cílem bakalářské práce je popsání kvality vody ve vybraných pramenech a studánkách. V první části práce je popsána Rámcová směrnice o vodní politice ES – European Water Framework Directive 2000/60/EC, která byla navržena díky dosavadní heterogenitě při monitoringu, hodnocení jakosti a ochraně povrchových vod a základním principem této směrnice je upřednostňování environmentálních přístupů k vodním systémům nad přístupy technickými. Dále je zde uvedena stručná charakteristika Chráněné krajinné oblasti Křivoklátsko se zaměřením na hydrologické poměry této oblasti. Hlavní částí je popis vybraných pramenů a studánek na uvedeném území. Popis zahrnuje údaje o historii studánek, o kvalitě vody, o prostoru, který studánky obklopuje a o způsobu využití v minulosti i v současné době. Praktická část bakalářské práce spočívá v odběru vzorků vody z vybraných studánek a pramenů v terénu a v následném stanovení fyzikálně-chemických parametrů v laboratoři. Získané výsledky z vybraných pramenů a studánek jsou zařazeny do jednotlivých tříd dle normy ČSN 75 7221, podle stupně znečištění a je poukázáno na hodnoty, které byly překročeny, kvůli kterým některé studánky neprodukují pitnou vodu.

2. Rámcová směrnice o vodní politice ES – European Water Framework Directive 2000/60/EC

Rámcová směrnice o vodní politice Evropského společenství stanovuje rámec pro ochranu podzemních vod, pobřežních vod, brakických vod a v neposlední řadě také vod povrchových. Byla navržena především díky tomu, že před jejím zavedením panovala značná heterogenita při monitoringu, hodnocení jakosti a při ochraně povrchových vod. (Fürhacker, 2008).

Hlavním principem směrnice je upřednostňování environmentálních přístupů k vodním systémům nad přístupy technickými. (Fürhacker, 2008).

Směrnice je rozdělena do 26 článků a 11 příloh. V jednotlivých článcích je zahrnut přístup a povinnosti členských států vůči směrnici, dále přístup ke zdrojům znečištění a to jak k jednotlivým bodovým zdrojům tak i k difúzním. Článek 11 upravuje Program opatření. Tento program musí zpracovat každý stát, který je členem Evropské unie pro každou oblast povodí, nebo pro část daného povodí, které leží na území onoho státu. V každém Programu opatření se musí vyskytovat část nazvaná „Základní opatření“, další části jsou „Doplňková opatření“, ty se vyskytují pouze tehdy, když musí dojít k doplnění Základních opatření za účelem dosažení předepsaného cíle. V Základních opatřeních můžeme najít například opatření pro podporu trvale udržitelného užívání vody, opatření k ochraně jakosti vody, část o regulaci odběrů sladkých povrchových a podzemních vod, dále pro zdroje znečištění upravuje požadavky na omezení znečištění nebo opatření k regulaci či zabránění toku znečišťujících látek do vodního prostředí a podobně. V příloze je uveden seznam vzorových doplňkových opatření jako například legislativní nástroje, ekonomické nástroje, stavební projekty, vzdělávací projekty a podobně. (2000/60/ES).

Články 14 a 15 upravují předávání zpráv a informování veřejnosti. V dalších částech nalezneme strategii proti znečišťování vod, kde je uvedeno, že každý členský stát přijme taková opatření proti znečišťování vod specifickými znečišťujícími látkami nebo skupinami těchto látek, které jsou rizikem pro vody užívané pro získávání pitné vody. (2000/60/ES).

Zásadní částí Rámcové směrnice o vodní politice Evropského společenství je článek 4, ve kterém jsou stanoveny environmentální cíle pro povrchové vody, podzemí vody a pro chráněné oblasti. Pro povrchové vody jsou to 4 cíle. V první části zamezit zhoršení stavu všech útvarů povrchových vod. Dalším cílem je, že členské státy musí zajistit ochranu, zlepšení stavu a obnovu všech útvarů povrchových vod. Státy také musí zajistit zlepšení stavu a ochranu všech

umělých vodních útvarů a těch, které jsou silně ovlivněny antropogenní činností. V neposlední řadě je cílem snížit znečištění prioritními látkami a postupně odstranit nebo zastavit vypouštění těchto látek. Pro podzemní vody jsou cílem opatření k částečnému či úplnému přerušení vstupů znečišťujících látek do podzemních vod, dále členské státy musí zajistit ochranu, zlepšení stavu a obnovu všech útvarů podzemních vod atd. V tomto článku nalezneme také podmínky pro to, kdy členský stát může vymezit útvar povrchové vody jako umělý či silně ovlivněný člověkem. Nachází se zde i podmínky, kdy členské státy mohou připustit pro dané vodní útvary méně přísné environmentální cíle, jako například dané vlivy, kterým se nebylo možné vyhnout nebo sociálně-ekonomické potřeby. V článku číslo 4 je také uvedeno, že dočasné zhoršení stavu vodního útvaru je akceptovatelné pokud se jedná o zhoršení vlivem činnosti přírodní povahy či vyšší síly. (2000/60/ES).

3. Chráněná krajinná oblast a Biosférická rezervace Křivoklátsko

Chráněná krajinná oblast Křivoklátsko je významným územím, které se nachází na hranici středních a západních Čech. Představuje významnou část území České republiky díky výskytu přirozených a polopřirozených ekosystémů. (Kolbek & Vítková, 1999). Křivoklátsko je zároveň i Biosférickou rezervací a ptačí oblastí. Biosférické rezervace jsou vyhlašovány v rámci programu UNESCO Člověk a biosféra (M&B). V tomto programu jsou chráněná území, která reprezentují daný biom charakteristický pro danou oblast. (Máchal, 2006). Biosférickou rezervací se Křivoklátsko stalo 1. března 1977 na základě Československého návrhu. O rok později, tedy v roce 1978 bylo území vyhlášeno jako Chráněná krajinná oblast Křivoklátsko a získalo vlastní správu. (Jeník & kolektiv, 1996). Administrativně spadá pod okresy Rakovník a Beroun. Nachází se zhruba 50 km od Hlavního města Prahy. Území se nachází na ploše o velikosti 62 792 ha. (Palivec & kolektiv, 1986). Díky pestrosti vegetace a charakteru území, by mělo dojít k zvýšení stupně ochrany z Chráněné krajinné oblasti Křivoklátsko na Národní park Křivoklátsko. (internet 1). V území se provádí výzkumná činnost, a to zejména díky bohatosti a zachovalosti vegetačních typů. Zároveň bylo území vybráno jako modelové území geobotanickým oddělením Botanického ústavu AVČR. (Jeník & kolektiv, 1996).

Hlavním páteřním systémem celé oblasti je řeka Berounka. Po obou jejích březích se rozkládají lesnaté porosty. Berounka je řeka, jejíž vodní stavy silně kolísají, o čemž také svědčí rozdělení průtoku dle jednotlivých ročních období: podíl na ročním průtoku je na jaře zhruba 41%, v létě 21%, na podzim 14% a v zimě 24%. Průtok při soutoku s Vltavou činí průměrně $37,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. (Palivec & kolektiv, 1986).

Území Křivoklátska je poměrně málo ovlivněné lidskou činností, o čemž svědčí poměrně malé osídlení. Na území CHKO nalezneme 88 obcí a 25 obcí do ní zasahuje svým katastrálním územím. (Kolbek & kolektiv, 1999).

Významným faktorem území je vysoká lesnatost, která činí 60-64%. (Kolbek & kolektiv, 1999). Lesy, vyskytující se zde, jsou typem středočeských chlumů, které se rozkládají v nadmořských výškách v rozmezí 250-650 m.n.m. (Štefflová-Leiská & Birnbaumová, 1956). Hlavní příčinou tak silného zalesnění území je pravděpodobně absence osídlení v prehistorických dobách. V dobách středověku si území oblíbila vrchnost, a proto také nedocházelo k přeměně původní krajiny na zemědělsky obdělávanou, ale zachovávaly se lesní porosty pro honitbu. (Kolbek & kolektiv, 1999). Rozsáhlé kalamity jehličnatých porostů, ke kterým v minulosti docházelo, způsobily změnu v pěstování dřevin. Od třicátých let 20. století jsou ve větší míře zaváděny

porosty listnaté. V současnosti je poměr listnáčů a jehličnanů zhruba 2:3. (Jeník & kolektiv, 1996).

Významná je geologická stavba podloží, jelikož je velmi pestrá. Území náleží významné stavební jednotce Českého masívu, která se nazývá Barrandien. Tvoří ho slabě metamorfované až nemetaformované horniny. (Kolbek & kolektiv, 1999). Horniny, které se zde vyskytují v největším počtu, jsou temně šedé až černé jílové břidlice. Nalezneme zde i břidlice drobovité. V minulosti se zde také uplatňovala sopečná činnost, díky které se zde vyskytují spility a diabasy. (Palivec & kolektiv, 1986). Z geomorfologického hlediska je zásadní utvoření říční sítě v pliocénu s tvorbou široce rozevřených údolí se zaoblenými svahy. V období glaciálů se zde intenzivně uplatňovaly odnosné pochody, které odkryly skalní podklad, díky čemuž zde vznikl dnešní členitý vzhled. V CHKO nalezneme převážně lesní hnědé půdy. Díky členité vodní síti zde nalezneme také například semiterestrické půdy, které jsou vázány na údolní dna. Na tocích větších rozměrů, především na Berounce, jsou vyvinuté nivní hlinité půdy. (Kolbek & kolektiv, 1999).

Křivoklátsko patří k oblastem s mírně teplým podnebím a řadí se k sušším územím. Průměrná roční teplota je zde 7,5-8,5 °C. Průměrné roční srážky dosahují 530 mm, přičemž nejvíce srážek zde spadne v červenci a nejméně v únoru. V oblasti převládá západní až jihozápadní proudění. (Palivec & kolektiv, 1986). Výrazný je zde říční fenomén řeky Berounky. Projevuje se v tomto území především na mezoklimatu, které zde dosahuje teplejších hodnot než okolní místa, hlavně v zimních měsících. (Jeník & kolektiv, 1996).

Vegetace nacházející se na území CHKO je velmi pestrá. Nachází se zde jak společenstva teplomilná v jihovýchodní části území, tak i společenstva podhorská na severním okraji. V posledním podrobném vegetačním průzkumu bylo zjištěno, že zde trvale žije přes 1800 rostlinných druhů a poddruhů, což je 60 % všech rostlinných druhů a poddruhů České republiky. (internet 2). Velice výraznými vlivy, jež ovlivnily vývoj společenstev do dnešní podoby jsou inverze, které se zde často vyskytují a také zvraty klimatických pásem, které pozorujeme hlavně v hlubokých údolích řeky Berounky a na jejích přítocích. (Palivec & kolektiv, 1986). Velkou část celé plochy CHKO, a to zhruba 62%, zaujímají lesní společenstva. V nižších polohách nalezneme hlavně černýšové dubohabřiny, a naopak v polohách vyšších lipové bučiny. V menších počtech se zde dochovaly i jedliny, které na tomto území byly v historii velmi hojné. Charakteristickým porostem jsou suťové porosty, na nichž hojně roste tis červený (*Taxus baccata*), a teplomilné či kyselé doubravy. (Jedlička & Embertová, 2008). Zajímavé je i sekundární bezlesí. Nalézají se zde květnaté louky a vlhké louky. V současnosti zde opět stoupá

intenzita pastvy stád. Mezi nejzajímavější chráněné rostliny patří kriticky ohrožená kapradinka vratička měsíční (*Botrichium matricariifolia*), hořeček ladní pobaltský (*Gentianella campestris* subsp. *baltica*), kapradinka skalní (*Woodsia ilvensis*), koniklec luční český (*Pulsatilla pratensis* subsp. *bohémica*), česnek žlutý (*Allium strictum*), typická rašeliništní rostlina rosnatka okrouhlolistá (*Drosera rotundifolia*) a další. (internet 2).

Fauna je typická středoevropská. Nejrozmanitějšími skupinami živočichů jsou hmyz, měkkýši a obratlovci. (internet 2). Jelikož je většina území pokryta lesem, tak jsou zde hojně zastoupena lesní společenstva živočichů. Přebývají zde četné populace lovné zvěře, a to jeleni, mufloni, zvěř srnčí a černá. V lesích také hnízdí velké množství ptactva. Z dravců to jsou káně lesní (*Buteo buteo*), jestřáb lesní (*Accipiter gentilis*) a krahujec obecný (*Accipiter nisus*), sovy jsou nejpočetněji zastoupeny kalousem ušatým (*Asio otus*) a puštíkem obecným (*Strix aluco*). Lesní hmyz také představuje důležitou složku fauny. Nalezneme zde populace rodu tesaříkovití (*Cerambycidae*), roháče velkého (*Lucanus cervus*), nosorožka kapucínka (*Oryctes nasicornis*) a podobně. (Palivec & kolektiv, 1986). Dubové bučiny poskytují velké útočiště pro mnoho druhů ptáků, například se zde vyskytuje luňák červený (*Milvus milvus*), včelojed lesní (*Pernis apivorus*), datel černý (*Dryocopus martius*), žluna šedá (*Picus canus*), čáp černý (*Ciconia nigra*) a další. Na skalních biotopech nalezneme hojně vrkoče horského (*Vertigo alpestris*), vrkoče lesního (*Vertigo pustula*). Skalní výchozy obývá výr velký (*Bufo bufo*) a poštolka obecná (*Falco tinnunculus*). Z hmyzu jsou hlavní složkou skalních výchozů zástupci čeledi nosatcovití (*Curculionidae*). Oblast je také bohatá na výskyt pavouků a to zejména na skálovky (*Zelotes puritanus*), pavučenky (*Erigonoplus jarmilae*) a cedivky (*Altella bipuncata*). Na suchomilných trávnících jsou bohatá společenstva motýlů. Žije zde například otakárek fenyklový (*Papilio machaon*), otakárek ovocný (*Iphiclides podalirius*) nebo bělopásek dvouřadý (*Limenitis camilla*). (internet 2).

Zemědělské využívání krajiny Křivoklátska bylo vždy v pozadí, primární totiž byla myslivost a lovectví. V historii, jak byl tento kraj osidlován, docházelo ke vzniku nových sídel, a tudíž byla potřeba pěstování plodin pro obživu. Proto docházelo k lokálnímu odlesňování a lesy se přeměňovaly na zemědělsky využitelné plochy. Velké množství těchto sídel však později zaniklo, například díky morovým epidemiím, a zemědělské plochy se sukcesí měnily opět na lesy. (Palivec & kolektiv, 1986). V dnešní době se zemědělské pozemky vyskytují především na říčních terasách a v údolních nivách. Vzhledem ke klimatickým, geomorfologickým a pedologickým podmínkám jsou hlavními plodinami, jež se zde pěstují, obiloviny, pícniny, a

podobně. Zemědělské půdy zde pokrývají plochu 30,3% z celkové rozlohy CHKO. V současné době přetrvává snaha o snížení plochy zemědělské půdy. (Jeník & Price, 1994).

Ochranu oblasti zajišťuje Správa Chráněné krajinné oblasti Křivoklátsko, která sídlí v obci Zbečno. Chráněné území je v současnosti rozděleno do tří zón, tak jak tomu bývá u kategorie Chráněná krajinná oblast. První zóna, tzv. jádrové území je tvořena nejceněnější a nejpřísněji chráněnou oblastí CHKO, ve které se nacházejí ekosystémy přirozené nebo velice málo narušené. Druhá zóna, tzv. nárazníková je zřízena za účelem snížení dopadu škodlivých vlivů na jádrovou zónu. Třetí zóna tvoří tzv. přechodové pásmo, které tvoří přechod mezi harmonicky utvářenou krajinou a mnohdy krajinou silně antropogenně ovlivněnou. (Jeník & kolektiv, 1996). Nalézají se zde 22 maloplošných chráněných území. Čtyři z nich jsou národního významu. Jsou to Národní přírodní rezervace Kohoutov, Velká Pleš, Týřov a Vůznice. Ostatních 18 maloplošných chráněných území jsou regionálního významu, jedná se o přírodní rezervace a o přírodní památky. (Jeník & Price, 1994).

4. Hydrologické poměry CHKO a BR Křivoklátsko

4.1. Povrchová voda

Křivoklátská oblast je po stránce vodopisné jednotným povodím. (Štefflová-Leiská & Birnbaumová, 1956). Nachází se zde zhruba 350 vodních nádrží. Touto oblastí protéká řeka Berounka, jejíž délka uvnitř CHKO činí 42 km, dále se zde nachází několik set kilometrů menších říček a potoků. (Kolbek & kolektiv, 1999). Při průtoku oblastí řeka postupně pojme vodu z 36 přítoků, z toho je 17 levostranných a 19 pravostranných. Přítoky jsou charakteristické většinou bystřinným charakterem. Řeka Berounka výrazně ovlivňuje mezoklima oblasti, které je teplejší než mezoklima okolní krajiny. Naopak přítoky Berounky vytváří ve spodní části podmínky pro chladné mikroklima, a protože vrcholky svahů jsou díky slunečnímu záření teplé, dochází zde často k teplotním inverzím, které ovlivňují složení vegetace. (internet 2). Z celkové rozlohy CHKO, která činí 628 km², je celková plocha vodní hladiny odhadována asi na 4 km², to znamená, že tvoří asi 0,64% rozlohy území. (Kolbek & kolektiv, 1999). Velký vliv na vytvoření vodní sítě v CHKO mělo hercynské vrásnění, po kterém zde zůstaly četné zlomy a poruchy. Ty dnes tvoří základ údolí velkého množství potoků. (Palivec & kolektiv, 1986). Toky na Křivoklátsku se většinou vyznačují nízkým stavem vody, zvláště pak toky, které přitékají z míst, kde v minulosti došlo ke kácení lesů. (Štefflová-Leiská & Birnbaumová, 1956).

4.2. Podzemní voda

Oblast je chudá na podzemní vodu. To je způsobeno nízkým úhrnem srážek a také geologickým podložím, které je nevhodné pro tvorbu kolektorů podzemních vod. Nízká propustnost podloží je dána především výskytem proterozoických břidlic a drob. Vulkanické horniny, které zde také najdeme, propouštějí vodu lépe, avšak ani v těchto horninách nevznikají větší zásoby podzemní vody. Většina zásob podzemní vody v CHKO Křivoklátsko je vázána na povrchové a drené zóny nebo na přípovrchovou zvěť kvartérních sedimentů, které mají průlinovou nebo průlinově-puklinovou propustnost. (Jeník & Price, 1994).

4.3. Vegetace poblíž a uvnitř vodních útvarů

Podél vodních toků a v kotlinách poblíž pramenů se vyskytují vlhkomilné rostliny. Ze stromů se v blízkosti vod nachází často olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), z keřů především střemcha (*Prunus padus*), bez červený (*Sambucus racemosa*) a hloch jednosemenný (*Crataegus monogyna*). Vlhké břehy se vyznačují přítomností poměnký bahenní (*Myosotis palustris*), tužebníku jilmového (*Filipendula ulmaria*), řeřišnice hořké (*Cardamine amara*). Dále čarovník obecný (*Circea*

lutetiana), ostřice oddálená (*Carex remota*) a kostřava obrovská (*Festuca gigantea*). (Štefflová-Leiská & Birnbaumová, 1956).

V jednotlivých vodních nádržích je vegetace přítomna podle obvyklých zákonitostí. Záleží na hloubce vody, na propustnosti světla, na sledu okolností během roku a podobně. V tocích je vegetace závislá především na rychlosti proudění vody. Ve vodních útvarech na Křivoklátsku se nachází především okřehek menší (*Lemna minor*), bublinatka jižní (*Urticularia australis*), růžkatec ponořený (*Ceratophyllum demersum*), parožnatka obecná (*Chara vulgaris*), rdest kadeřavý (*Potamogeton crispus*), rdest vzplývavý (*Potamogeton natans*), stulík žlutý (*Nuphar lutea*) a mnoho dalších zástupců. (Kolbek & kolektiv, 1999).

Chráněná krajinná oblast Křivoklátsko je také bohatá na hydrofylní faunu. V řece Berounce se vyskytuje velké množství ryb. Charakteristický je úhoř říční (*Anguilla anguilla*), také štika obecná (*Esox lucius*), candát obecný (*Sander lucioperca*), kapr obecný (*Cyprinus carpio*), okoun říční (*Perca fluviatilis*), parma obecná (*Barbus barbus*) a mnoho dalších. Rybníky na Křivoklátsku jsou také domovem vydry říční (*Lutra lutra*). V okolí vod se vyskytují zajímavé druhy ptáků, jako například skorec vodní (*Cinclus cinclus*) a především ledňáček říční (*Alcedo atthis*). (Palivec & kolektiv, 1986). Ve vlhkých údolích, která jsou zarostlé listnatými stromy, nalezneme značné množství obojživelníků. Zejména zde žijí mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*), čolek horský (*Triturus alpestris*), skokan štihlý (*Rana dalmatina*), skokan hnědý (*Rana temporaria*), ropucha obecná (*Bufo bufo*) a vzácně ropucha zelená (*Bufo viridis*). Významným vodním druhem, jenž se zde vyskytuje, je rak kamenáč (*Astacus torrentium*), který pro svou přítomnost vyžaduje nejčistší vodu. Běžnější je rak říční (*Astacus astacus*). (Jeník & kolektiv, 1996).

5. Prameny a studánky

Na zemský povrch vyvěrá podzemní voda z hydrogeologické struktury přirozeně nebo díky umělému zásahu. Pro koloběh podzemní vody je přirozený vývěr místem zakončení. Voda může na povrch vystupovat ve formě pramene nebo jako skrytý vývěr. Velká část vody vyvěrá přímo do povrchových nádrží či toků z břehů a ze dna. Projevem vývěru může být také vlhké místo či mokřad. (Šilar & kolektiv, 1992). Prameny dávají krajině charakteristický ráz, jelikož část z nich tvoří počátek vodního toku. (Kříž, 1983).

Dle názvosloví je pramen „přirozený soustředěný vývěr podzemní vody“. (Kovařík, 1998). Prameny, které jsou ve vzájemném hydrologickém vztahu, tvoří pramenní skupinu. Území s větším výskytem pramenů nazýváme prameništěm. Prameny se v současné době třídí do skupin dle určitých kritérií. Prvním kritériem je vydatnost pramene. Dle ní dělíme prameny do tříd dle tabulky 5.1 podle Z. Pazdra (1964) jenž je modifikací klasifikace dle E. Meinzera (1923). (Šilar & kolektiv, 1992). Nejčastěji se pro měření vydatnosti používá nádoba o známém objemu či přepad, který má trojúhelníkový nebo obdélníkový tvar. (Šilar, 1996). Dále se také používá měření otevřeným venturimetrem, který je založen na snížení tlaku kapaliny. U větších pramenů se vydatnost zjišťuje hydrometrickou vrtulí a následným zjištěním průtočného profilu. (Dub, Němec & kolektiv, 1969).

Tabulka 5.1 Klasifikace pramenů dle vydatnosti dle Pazdra (Šilar & kolektiv, 1992).

Třída pramene	Vydatnost pramene (l.s^{-1})
I	nad 10000
II	1000-10000
III	100-1000
IV	10-100
V	1-10
VI	0,1-1
VII	0,01-0,1
VIII	méně než 0,01

Vydatnost pramenů však není stálá během celého roku a kolísá. Prameny se proto klasifikují i podle kolísání vydatnosti, a to více způsoby:

- a) poměr mezi maximální vydatností a minimální vydatností – dle tohoto poměru rozdělujeme prameny do kategorií podle Z. Pazdra (Tabulka 5.2)

Tabulka 5.2 Klasifikace pramenů dle kolísání vydatnosti dle Pazdra (Šilar & kolektiv, 1992).

Kategorie	Poměr mezi maximální a minimální vydatností
Stálé prameny	1-2
Poněkud kolísavé prameny	2-10
Kolísavé prameny	10-50
Silně kolísavé prameny	více jak 50

- b) dle O. E. Meinzera lze kolísání vyjádřit variabilitou

Dále můžeme dělit prameny podle setrvalosti:

- a) **permanentní prameny** – trvale vyvěrají
- b) **interminentní (občasné) prameny** – po určitou část roku vyvěrají a v době nízkých srážek vysychají
- c) **periodické prameny** – vytékají v pravidelných intervalech.

(Šilar & kolektiv, 1992).

Často se prameny rozdělují na **sestupné** a **výstupné**. Sestupné prameny vznikají v propustných horninách, kde voda proudí ve směru sklonu jejich vrstev a v daném místě volně a bez tlaku vytéká. Oproti nim prameny výstupné vyvěrají na zemský povrch vlivem přetlaku, který je vyvolán napětím vodních par či hydrostatickým tlakem. V neposlední řadě velmi běžným dělením je dělení dle teploty vody na prameny teplé a studené. (Kříž, 1983).

Podzemní voda je především kvalitním zdrojem pitné vody. Průchodem horninovým prostředím se do vody dostává velké množství rozpuštěných látek, které jsou potřebné pro organismus. (Kovařík, 1998).

Oproti pramenu stojí pojem studna. Ta je zařízením, které je vytvořeno lidskou činností. Studánka není nijak definována a obvykle tento výraz používáme pro pojmenování jak pro přirozený pramen, tak i pro umělou studnu. Občas se setkáváme s rozlišením, že zatímco pramen má odtok, studánka je bezodtoká. Studánkou se rozumí také zachycení pramene jímkou, která může být z kamene či betonu a občas je zastřešená. (Kovařík, 1998).

Mnoho lidí v dnešní době upřednostňuje „vodu v umělohmotné lahvi“ a význam přírodních zdrojů pomalu, ale jistě upadá. V současnosti je v České republice evidováno kolem 2000 přírodních zdrojů, které jsou volně přístupné. Toto číslo podle některých odborníků zcela neodpovídá skutečnosti. Podle nich bychom zde mohli najít až kolem 10000 zdrojů. (Kulík, 2009). Nejdůležitější z hydrogeologického hlediska jsou nezvrásněné sedimenty, ve kterých jsou

vrstvy schopny pojmout podzemní vodu. Významné zvodnění je vázáno na pískovce tam, kde se vyskytují blízko povrchu a podzemní voda zde proudí velmi rychle. (Kovařík, 1998). Nejčastější je výskyt těchto zdrojů v Moravskoslezských Beskydech, v okolí Brna, v Praze a v Brdech. Naopak nižší počet nalezených vodních zdrojů je evidován v jižních Čechách, kde je to pravděpodobně způsobeno geografickými podmínkami, dále v Čechách západních a v Krušných horách. V těchto místech je pravděpodobnou příčinou malého počtu zdrojů celková devastace tamní krajiny. (Kulík, 2009). Většinou mají prameny na našem území vydatnost v desetinách litru za sekundu. Výjimečně nalezneme v oblastech bohatých na podzemní vody prameny, jejichž vydatnost se blíží jednotkám litru za sekundu. (Kovařík, 1998).

Voda v podzemí, pro člověka atraktivní jako zdroj pitné i užitkové vody, je voda volná. Ta se pohybuje účinkem gravitace. Nachází se v dutinách hornin, a to jsou především póry, pukliny, krasové dutiny, dutiny v lávových proudech a podobně. Aby se voda mohla pohybovat, musí být velikost pórů a puklin velká. V horninách s malými póry se voda v podstatě nepohybuje, jelikož je vázána kapilárními silami. To jsou například jíly. Ty sice mají velké množství pórů, ale všechny mají velmi malý průměr. Do horniny voda přechází ze zemského povrchu infiltrací, a to hlavně pomocí srážek, nebo skrze břehy jezer a řek. Gravitace postupně posouvá vodu níže. Většina infiltrované vody se dostane pouze do malé hloubky, jelikož část pohltní kořeny rostlin, část se odpaří rovnou ze zemského povrchu, nebo z oblasti těsně pod povrchem, část vyteče do nejbližší stružky a podobně. Ta část infiltrované vody, která se dostala k nasycené zóně, kde jsou všechny dutiny vyplněny vodou, dále proudí horninou, většinou se dostává zpět na povrch země a tvoří součást odtoku potoků a řek. Pouze malá část je odvodňována prostřednictvím pramenů. (Kovařík, 1998).

V současné době dochází k úbytku studánek na Českém území. Je to způsobeno především zarůstáním, zanášením, vysycháním pramenů a podobně. (internet 3). Může také dojít k zaplnění pukliny, kterou se voda dostávala na zemský povrch nebo často dochází ke změně tvaru terénu. (Kovařík, 1998). Některé studánky často pustnou a prameny se mohou ztrácet například v bahně, což způsobuje nejen ubývání kvalitní vody, ale také ubývání přirozeného prostředí pro spoustu rostlin a živočichů. (Kulík, 2009). Příčinou mizení mohou být meliorace, terénní úpravy, výstavba komunikací, odlesňování, nebo naopak zalesňování. Příkladem úbytku studánek může být jejich monitorování na Beskydsku. V roce 1993 zde došlo k průzkumu, který zmapoval zhruba 250 studánek. O 11 let později proběhl průzkum stejných zdrojů a našlo se jich už pouze 60. (internet 3). Znečištění podzemních vod je v současnosti způsobeno především užíváním umělých hnojiv. Dusíkatá hnojiva zapříčiňují vysoký obsah dusíkatých látek, a voda na ně

bohatá nesmí být používána pro malé děti, mnohdy ani pro dospělé. (Kovařík, 1998). K ubývání dochází i v ostatních místech na Zemi. Důvody jsou stejné jako u nás. Ale velice častým je úbytek těchto podzemních zdrojů vody způsoben intenzivním zemědělstvím v rozvojových zemích. Příkladem je Indie. Zde díky populačnímu růstu dochází k intenzifikaci zemědělství. Povrchové zdroje a uměle vybudované zavlažovací kanály již nestačí pro závlahu tamního zemědělství, proto se zvyšuje podíl zavlažování z podzemních vod. To způsobuje snižování vydatností podzemních vod a někdy může dojít až k zániku podzemního zdroje vody. (Tyagi, 2012).

6. Chemismus podzemních vod

V přírodě nikdy nenalezneme zcela čistou podzemní vodu. Často pozorujeme, že se jedná o zředěný roztok různých látek, s příměsí látek, které nejsou schopné se ve vodě rozpouštět, jakož i mikroorganismy a bakterie. Jakost těchto vod a její chování, jsou limitovány obsahem, druhem a množstvím těchto látek. (Kříž, 1983). Všechny tyto příměsi se do vody dostávají už průchodem atmosférou a poté se do ní mohou dostávat také v geosféře. (Hynie, 1961). Většinou však průchodem vody přes půdní profil a přes různé vrstvy hornin dochází k čistícímu procesu. Děje se to z toho důvodu, že v puklinách a průlinách jsou zadržovány organické i anorganické látky. Vlivem tohoto procesu často dochází k tomu, že voda, která byla na zemském povrchu původně nevhodná pro některé účely, je v podzemí vhodná pro jímání a využívání pro potřeby obyvatelstva, průmyslu a podobně. (Kříž, 1983).

Teplota vody, vyskytující se v přírodě je velice variabilní. Pohybuje se zhruba v hodnotách od 0 °C do několika set °C. Závisí to na mnoha faktorech, jako například na hloubce, tlaku, koncentraci rozpuštěných látek a podobně. (Šílař & kolektiv, 1992).

Dalším sledovaným faktorem je pH. Jedná se o aktivitu vodíkových iontů. Většina vod v přírodě má pH 4 až 9. Tímto číslem vyjadřujeme, zda sledovaný vodný roztok reaguje alkalicky či naopak kyselě. (Šílař & kolektiv, 1992).

Vyskytují se zde kationty elektrolytů. V relativně vyšších koncentracích to jsou především kationty vápníku (Ca^{2+}), sodíku (Na^+), draslíku (K^+), hořčíku (Mg^{2+}), železa (Fe^{2+}), manganu (Mn^{2+}), méně pak hliníku (Al^{3+}), amoniaku (NH_4^+). Z aniontů to jsou sírany (SO_4^{2-}), chloridy (Cl^-), dusičnany (NO_3^-), dusitany (NO_2^-), hydrogenuhličitaný (HCO_3^-) a podobně. (Kříž, 1983).

Významnou vlastností je tvrdost vody. Jedná se o míru obsahu Mg a Ca. Většinou se uvádí v tzv. německých stupních tvrdosti (°N). Tvrdost je zdrojem tzv. vodního a kotelního kamene. Má také význam pro využití vody a výrazně se podílí i na její chuti. (Šílař & kolektiv, 1992).

Stále více se při rozboru vody používá $\text{KNK}_{4,5}$ a $\text{ZNK}_{8,3}$ (dříve alkalita a acidita).

$\text{KNK}_{8,3}$ poukazuje na míru obsahu disociovaných slabých kyselin ve vodách. Příkladem jsou kyselina uhličitá, křemičitá, fosforečná a boritá. $\text{KNK}_{4,5}$ je proto tedy mírou obsahu aniontů HCO_3^- , CO_3^{2-} , OH^- , H_3SiO_4^- , H_2PO_4^- , atd. Acidita je tvořena volnými silnými kyselinami a nedisociovanými slabými kyselinami, které jsou rozpuštěny ve vodě. V normálních podmínkách většinu acidity tvoří rozpuštěný CO_2 , který je v roztoku ve formě H_2CO_3 . (Šílař & kolektiv, 1992).

Významnou vlastností podzemních vod je také radioaktivita. Ta je zapříčiněna přítomností přirozených radioaktivních prvků v zemské kůře. Jsou to zejména radon (Ra), radium (Rn), uran (U), thorium (Th) a také radioaktivní izotop draslíku (K). Tyto vody mají zvláštní význam, který je zkoumán a používán především v lékařských oborech. (Kříž, 1983).

Ve vodách se nalézá mnoho organických látek, které jsou zde však přítomny ve velmi malých koncentracích. Jejich obsah stanovujeme tak, že měříme spotřebu kyslíku, jež je potřebná k jejich oxidaci. Výsledná spotřeba kyslíku je úměrná koncentraci organické látky. Látky chemicky rozložitelné se stanovují chemickou spotřebou kyslíku, ekvivalentní spotřebě manganistanu či dichromanu. Výsledky jsou publikovány v mg.l^{-1} . Biologicky rozložitelné látky se stanovují biologickou spotřebou kyslíku, která je založena na principu biochemické oxidace organických látek rozložitelných mikroorganismy při aerobních podmínkách, nýbrž bez kooperace fotosyntetizujících mikroorganismů. Je také publikována v mg.l^{-1} a obvykle se určuje BSK po pěti dnech. (Šilař & kolektiv, 1992).

Dle normy ČSN 75 7221 - Jakost vod - se dle jakosti vody dělí vody do pěti tříd:

- 1) **Třída I - neznečištěná voda** - voda není nepříznivě ovlivněna lidskou činností, hodnoty ukazatelů odpovídají přirozeným koncentracím
- 2) **Třída II - mírně znečištěná voda** - voda je mírně ovlivněna lidskou činností do takové míry, že ukazatele jakosti vod dosahují hodnot, které ještě umožňují výskyt vyváženého a udržitelného ekosystému
- 3) **Třída III - znečištěná voda** - voda je ovlivněna lidskou činností tak, že hodnoty, kterých dosahují ukazatele jakosti vody, nemusejí tvořit vhodné podmínky pro existenci vyváženého a udržitelného ekosystému
- 4) **Třída IV - silně znečištěná voda** - hodnoty ukazatele jakosti vody již způsobují existenci pouze nevyváženého ekosystému
- 5) **Třída V - velmi silně znečištěná voda** - ukazatele jakosti vody dosahují takových hodnot, že umožňují existenci pouze silně nevyváženého ekosystému

(ČSN 75 7211)

7. Studované studánky a prameny v CHKO Křivoklátsko

Po konzultacích a dohodě s pracovníky správy Chráněné krajinné oblasti Křivoklátsko bylo vybráno 8 studánek a pramenů, které většinou slouží jako občasný zdroj pitné vody pro blízké zahrádkářské oblasti.

- **Studánka Rozárka**

Nachází se na okraji Zbečna blízko zástavby, pod skálou nedaleko řeky Berounky. Studánka není nijak zvlášť upravena člověkem, pouze se u ní nachází schody a je opatřena dřevěnou lávkou pro snadnější přístup. Na dně se nacházela vrstva opadaného listí. Vody bylo ve studánce dostatek. V minulosti, přibližně před sto lety, dle obecní kroniky dodávala tato studánka v době, kdy se opravovala obecní studna, vodu téměř polovině obyvatelům tehdejší obce. Jako u jediné ze všech studánek je umístěna informační tabule s tím, že se jedná o užitkovou vodu.

- **Štíhlíce**

Studánka je opatřena stříškou ze dřeva a ohraničena kameny. Nedaleko teče potok a okolo roste listnatý les. Vody bylo ve studánce méně, proto byl odběr složitější než u ostatních studánek. V lese, poblíž studánky, se nacházeli chaty. Spadá pod katastrální území obce Štíhlíce.

- **Vůznice - U škrpálu**

Kolem této studánky je velký počet zahrádkářských a rekreačních objektů. Je opatřena železnou trubkou, ze které voda vytéká. Kolem je obezděna kameny. I v blízkosti této studánky se nachází menší potůček.

- **Studánka Pod poklopem**

Tato studánka leží nedaleko předchozí, taktéž je obklopena řadou chat a kolem ní teče potůček. Studánka má poklop a je upravena tak, že voda vytéká pomocí plastové trubky. Kolem je vybetonovaný otvor, do kterého voda teče.

- **Tři prameny**

Místo, kde se nedaleko sebe nachází 3 prameny. Všechny se stékají do mělkého, uměle vytvořeného betonového bazénku, na jehož dně jsou kamenné oblázky. U těchto pramenů je i návod, jak je využít jako Kneippovy lázně. To je založeno na principu nahřátí nohou od slunce a následné ponoření do studené vody. Kolem studánek je smíšený les. Nachází se na katastrálním území obce Branov. Následující tři studánky, Voda z lesních tišin, Studánka tekoucí do koryta a Studánka tekoucí volně, patří mezi tzv. Tři prameny.

- **Voda z lesních tišin**

Jako jediná z těchto tří studánek je opatřena stříškou a je nejbližší k betonovému bazénku s kamínky.

- **Studánka tekoucí do koryta**

Pramen je opatřen pouze dřevěným korýtkem, ze kterého vytéká do většího dřevěného koryta, odkud pak putuje do betonového bazénku.

- **Studánka tekoucí volně**

Tato studánka se nachází asi metr od studánky tekoucí do koryta a je také opatřena pouze dřevěným korýtkem a teče pouze na zem a odtud do betonového bazénku.

- **Studánka Obelisk**

Vyskytuje se uprostřed listnatého lesa. Několik metrů od ní se nachází močál. Ve studánce byl v době odběru vzorků spatřen malý jedinec mloka skvrnitého (*Salamandra salamandra*). Studánka je upravena a zastřešena stříškou. Vody v ní byl dostatek. U studánky se nachází památník Obětem násilí 1939-1945.

8. Metodika odběru vzorků

Studie byla provedena za účasti pracovníků Chráněné krajinné oblasti Křivoklátsko, a to především pracovníků oddělení vody. Nejprve bylo vytipováno 8 pramenů a studánek, nacházející se v CHKO, u kterých poté byly v terénu odebrány vzorky. Primárně se vybíraly takové prameny a studánky, u kterých dochází k častému využívání vody jako vody pitné. Například hlavně prameny nacházející se v zahrádkářských oblastech, či blízko zástavby.

Po vytipování byl proveden samotný terénní odběr vzorků a vstupní zmapování okolí studánek a pramenů. Odběr probíhaly v květnu a v září roku 2001 a na jaře roku 2012, kdy nebylo sucho, ale ani nebyly zaznamenány velké a časté srážkové úhrny. U každé studánky byly odebrány dva vzorky z běžně používaných výstupů. První do PET lahve o objemu 1,5 litru a druhý do skleněné kyslíkové lahve. U studánek, které byly průtočné, byla také na místě měřena vydatnost pramene. Vydatnost byla měřena pomocí nádoby, o známém objemu. U pramenů, které nebylo možno takto změřit, byl proveden kvalifikovaný odhad odborníkem.

9. Metodika rozborů vody:

Odebrané vzorky byly dopraveny do laboratoře a byla provedena základní analýza.

Stanoveno bylo:

pH - měřeno laboratorním přenosným pH metrem - HACH - HQ 30d

Specifická vodivost - měřena při teplotě 20 °C konduktometrem GRYF 107 L

KNK_{4,5} - celková kyselinová neutralizační kapacita - titračně na MO - podle ČSN EN ISO 9963-1

Obsah Ca + Mg (tvrdost) - titračně ČSN ISO6059

CHSK_{Mn} - manganometricky - ČSN EN ISO 8467

Obsah rozpuštěného kyslíku - Winklerovou metodou - SOP5(ČSN EN 1899-1)

BSK5 - zřed'ovací metodou - ČSN EN 1899-1,2

Obsah NH₄⁺ - spektrofotometricky - ČSN ISO 7150-1

Dusitany - spektrofotometricky - ČSN EN 26777

Dusičnany - spektrofotometricky - ČSN ISO 7890-3

Obsah železa - spektrofotometricky - ČSN ISO 6332

Obsah manganu - spektrofotometricky - ČSN ISO 6333

10. Výsledky a hodnocení

Obečně lze tvrdit, že kvalita vody ve studních, tedy v individuálních zdrojích v České republice není dobrá. Zhruba 14% občanů ČR, tedy 1,44 milionu, je zásobováno z těchto zdrojů. Stále však chybí údaje o podstatném množství ukazatelů. Proto je nutné pravidelně provádět rozborů těchto vod. Sice dle normy ČSN 75 5115 majitel má zajistit alespoň jednou ročně technickou prohlídku studně spojenou s odběrem a rozbořem vod. Avšak neplnění této věci je těžko postihnutelné. Kontrola je nesoustavná nebo chybí úplně. (Kožíšek & Kratzer, 1999).

Legislativa ČR, která se týká hygieny vody, je obsažena především v zákoně o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb. (v platném znění) a k tomuto zákonu se vztahujících vyhlášek (především vyhlášek č. 238/2011 Sb. pro koupací vody, č. 252/2004 Sb. pro pitnou vodu a č. 409/2005 Sb. pro výrobky ve styku s pitnou vodou). V těchto předpisech jsou zahrnuty požadavky evropských směrnic pro pitnou a koupací vodu (98/83/ES a 2006/7/ES).

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví ČR č. 252/2004 Sb. stanoví v souladu s právem Evropského společenství hygienické limity chemických, biologických, mikrobiologických, organoleptických a fyzikálních ukazatelů jakosti pitné vody. Limity ukazatelů, které byly zkoumány v této práci, jsou:

- pH**: mezní hodnota 6,5 - 9,5

- KNK_{4,5}**: není limitována

- tvrdost**: doporučená hodnota 2 - 3,5 mmol/l

- CHSK_{Mn}**: mezní hodnota 3 mg/l

- NO₂⁻**: nejvyšší mezní hodnota 0,5 mg/l

- NO₃⁻**: nejvyšší mezní hodnota 50 mg/l

- Mn²⁺**: mezní hodnota 0,05mg/l

- Fe³⁺**: mezní hodnota 0,2 mg/l

Mezní hodnota je určena tak, že její překročení ještě neznamena akutní zdravotní riziko. Nejvyšší mezní hodnota je hodnotou zdravotně závažného ukazatele, v důsledku jejíhož překročení je použití vody vyloučeno jako pitné. (Vyhláška MZ č. 252/2004 Sb.).

Výsledky jsou v tabulkách uvedeny souhrnně pro každou studánku či pramen. Hodnocení je uvedeno podle normy ČSN 75 7221.

1) Rozárka

Tabulka 10.1 Výsledky stanovení u studánky Rozárka

Stanovení	10.5.2011	17.9.2011	24.4.2012
pH	7,1	7,1	7,1
t (°C)	10,2	10,5	
rozpuštěný O ₂ (mg.l ⁻¹)	8,3	8,5	8,9
KNK _{4,5} (mmol.l ⁻¹)	3,9	3,6	3,9
tvrdost (mmol.l ⁻¹)	7,2	7,2	7,1
CHSK _{Mn} (mg.l ⁻¹)	3,96	4,5	4,25
NO ₂ ⁻ (mg.l ⁻¹)	0,01	0,01	0,01
NO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)	23,8	22,4	26,9
Mn ²⁺ (mg.l ⁻¹)	0	0	0
Fe ³⁺ (mg.l ⁻¹)	0,01	0,01	0
vydatnost pramene (l/min)			2,6

Voda ve studánce Rozárka překračuje limity u dvou parametrů, jež byly sledovány. První je tvrdost, kde ve vyhlášce č. 252/2004 Sb. je stanovena pouze doporučená hodnota. Zvýšená hodnota tvrdosti, jak bylo dokázáno, nemá nepříznivý vliv na organismus, ale zde se podle stupnice tvrdosti vody již jedná o vodu velmi tvrdou. Podle stupnice tvrdosti vody se jedná již o vodu velmi tvrdou. Takováto tvrdost by však mohla způsobovat při trvalém užívání poškození pokožky apod. Ovlivněna bývá takovouto tvrdostí i chuť vody. Druhým parametrem je CHSK_{Mn}. Její zvýšená hodnota indikuje znečištění vody organickými látkami živočišného a rostlinného původu. Voda v této studánce, dle studie, není vhodná pro pití. Podle normy ČSN 75 7221 je tato voda zařazena do třídy I - neznečištěná voda.

2) Štíhllice

Tabulka 10.2 Výsledky stanovení u studánky Štíhllice

Stanovení	10.5.2011	17.9.2011	24.4.2012
pH	6,8	6,8	6,83
t (°C)	8,5	8,4	
rozpuštěný O ₂ (mg.l ⁻¹)	8,7	9,6	9,6
KNK _{4,5} (mmol.l ⁻¹)	4,1	4,1	4,12
tvrdost (mmol.l ⁻¹)	3,8	4	3,98
CHSK_{Mn} (mg.l⁻¹)	5,2	5,2	5,04
NO ₂ ⁻ (mg.l ⁻¹)	0	0	0
NO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)	18,2	18,6	17,55
Mn ²⁺ (mg.l ⁻¹)	0	0	0
Fe ³⁺ (mg.l ⁻¹)	0,22	0,22	0
vydatnost pramene (l/min)			1,9

U této studánky je překročen pouze limit pro CHSK_{Mn}. Avšak tento limit je překročen o větší množství. Hodnota, která přesahuje 5 mg.l⁻¹, zapříčiňuje to, že tuto studánku řadíme do třídy II - mírně znečištěná voda. Fe³⁺ v prvních dvou měřeních přesahuje limit 0,2 mg.l⁻¹, avšak jelikož se jedná o mezní hodnotu a v posledním měření železo nebylo přítomno, nejedná se o nijak závažné překročení limitu. Voda není vhodná pro užívání jako voda pitná.

3) Vůznice – U škrpálu

Tabulka 10.3 Výsledky stanovení u studánky Vůznice - U škrpálu

Stanovení	10.5.2011	17.9.2011	24.4.2012
pH	6,55	6,55	6,58
t (°C)	8,3	3,4	
rozpuštěný O ₂ (mg.l ⁻¹)	8	8,2	8,7
KNK _{4,5} (mmol.l ⁻¹)	2,1	2,2	2,8
tvrdost (mmol.l ⁻¹)	2,5	2,5	2,5
CHSK _{Mn} (mg.l ⁻¹)	2,2	2,01	2,1
NO ₂ ⁻ (mg.l ⁻¹)	0	0	0
NO₃⁻ (mg.l⁻¹)	55,2	58,4	57,5
Mn ²⁺ (mg.l ⁻¹)	0	0	0
Fe ³⁺ (mg.l ⁻¹)	0	0	0
vydatnost pramene (l/min)			6,9

Zde dochází k překročení limitu pro dusičnany. Dusičnany jsou zejména zdrojem dusitanů, které způsobují methemoglobinémii, díky které nedochází u kojenců k přenosu kyslíku. V těle se mohou dusičnany přetvářet i na karcinogenní látky. Překročení jejich nejvyšší mezní hodnoty je

tedy závažné. Díky výsledku řadíme studánku dle normy do třídy IV - silně znečištěná voda. Studánka není vhodná k pití.

4) Pod poklopem

Tabulka 10.4 Výsledky stanovení u studánky Pod poklopem

Stanovení	10.5.2011	17.9.2011	24.4.2012
pH	6,2	6,25	6,33
t (°C)	8,5	9	
rozpuštěný O ₂ (mg.l ⁻¹)	6,5	6,9	7,1
KNK _{4,5} (mmol.l ⁻¹)	3,6	3,5	3,62
tvrdost (mmol.l ⁻¹)	2,55	2,55	2,45
CHSK_{Mn} (mg.l⁻¹)	3,3	3,3	3,28
NO ₂ ⁻ (mg.l ⁻¹)	0	0	0
NO₃⁻ (mg.l⁻¹)	60,2	64,3	58,5
Mn ²⁺ (mg.l ⁻¹)	0	0	0
Fe ³⁺ (mg.l ⁻¹)	0,1	0,1	0
vydatnost pramene (l/min)			1,8

U studánky Pod poklopem jsou překročeny dva parametry - dusičnany a chemická spotřeba kyslíku. Překročení nejvyšší mezní hodnoty u dusičnanů je závažné. Dochází zde také k mírnému překročení limitu chemické spotřeby kyslíku. Je tedy indikováno znečištění vody organickými látkami živočišného a rostlinného původu. Dle normy je tato studánka, díky vysokému zatížení dusičnany, řazena do třídy V - velmi silně znečištěná voda. Jedná se tedy o studánku, která je nejvíce znečištěna. Také má tato studánka nejmenší vydatnost pramene.

5) Voda z lesních tišin

Tabulka 10.5 Výsledky stanovení u Vody z lesních tišin

Stanovení	10.5.2011	17.9.2011	24.4.2012
pH			6,62
t (°C)	9,4	9,6	
rozpuštěný O ₂ (mg.l ⁻¹)	11,2	10,5	10,43
KNK _{4,5} (mmol.l ⁻¹)	2,3	2,45	2,31
tvrdost (mmol.l ⁻¹)	1,3	1,41	1,33
CHSK _{Mn} (mg.l ⁻¹)	2,2	2	2,1
NO ₂ ⁻ (mg.l ⁻¹)	0	0	0
NO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)	7,5	7,5	7,84
Mn ²⁺ (mg.l ⁻¹)	0	0	0
Fe ³⁺ (mg.l ⁻¹)	0	0	0
vydatnost pramene (l/min)			5,3

Tato studánka nemá překročen žádný limit. Pouze je zde indikována menší tvrdost vody než je doporučena ve vyhlášce MZ č. 252/2004 Sb., to však nevylučuje to, že voda může být užívána jako pitná. Řadíme ji do třídy I - neznečištěná voda.

6) Studánka tekoucí do koryta

Tabulka 10.6 Výsledky stanovení u Studánky tekoucí do koryta

Stanovení	10.5.2011	17.9.2011	24.4.2012
pH			6,42
t (°C)	9,2	9,1	
rozpuštěný O ₂ (mg.l ⁻¹)	9,87	9,71	10,51
KNK _{4,5} (mmol.l ⁻¹)	1,95	1,9	1,81
tvrdost (mmol.l ⁻¹)	1,25	1,2	1,22
CHSK_{Mn} (mg.l⁻¹)	3,1	3	3,44
NO ₂ ⁻ (mg.l ⁻¹)	0	0	0
NO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)	7,2	7,22	7,35
Mn ²⁺ (mg.l ⁻¹)	0	0	0
Fe ³⁺ (mg.l ⁻¹)	0	0	0
vydatnost pramene (l/min)			12,85

U této studánky dochází k překročení limitu CHSK_{Mn}. Překročení je však v průměru velmi malé, a díky tomu, že 3 mg.l⁻¹ je mezní hodnota, není toto překročení příliš závažné. Opět můžeme pozorovat tvrdost menší než je doporučená hodnota. Tato studánka je ještě vhodná pro občasné pití. Dle normy se řadí do třídy I - neznečištěná voda. Studánka má největší vydatnost pramene ze všech sledovaných studánek.

7) Studánka tekoucí volně

Tabulka 10.7 Výsledky stanovení u Studánky tekoucí volně

Stanovení	10.5.2011	17.9.2011	24.4.2012
pH	7,5	7,5	7,52
t (°C)	10,7	10,9	
rozpuštěný O ₂ (mg.l ⁻¹)	10,3	10,6	10,41
KNK _{4,5} (mmol.l ⁻¹)	1,9	1,9	1,9
tvrdost (mmol.l ⁻¹)	1,35	1,3	1,33
CHSK _{Mn} (mg.l ⁻¹)	1,8	1,9	1,92
NO ₂ ⁻ (mg.l ⁻¹)	0	0	0
NO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)	7,8	7,85	7,75
Mn ²⁺ (mg.l ⁻¹)	0	0	0
Fe ³⁺ (mg.l ⁻¹)	0,05	0,02	0
vydatnost pramene (l/min)			11,25

Podobně jako u předchozích dvou studánek, i tady se setkáváme s tím, že tvrdost je pod doporučenou hodnotou. To ovšem nevylučuje, že voda může být označena jako voda pitná. Také spadá do třídy I - neznečištěná voda. Stejně jako předchozí studánka, tato také svou vydatností převyšuje ostatní zkoumané studánky.

8) Obelisk

Tabulka 10.8 Výsledky stanovení studánky Obelisk

Stanovení	10.5.2011	17.9.2011	24.4.2012
pH			6,95
t (°C)	10,8	11	
rozpuštěný O ₂ (mg.l ⁻¹)	0	0,1	0
KNK _{4,5} (mmol.l ⁻¹)	5,3	5,5	5,6
tvrdost (mmol.l ⁻¹)	3,6	3,75	3,78
CHSK_{Mn} (mg.l⁻¹)	4,9	4,6	4,56
NO ₂ ⁻ (mg.l ⁻¹)	0,09	0,1	0,09
NO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)	4,2	4,1	3,75
Mn²⁺ (mg.l⁻¹)	0,48	0,51	0,46
Fe ³⁺ (mg.l ⁻¹)	0,2	0,2	0
vydatnost pramene (l/min)			

U studánky obelisk se setkáváme s překročením CHSK_{Mn}, tentokrát o větší množství. Můžeme tedy konstatovat, že je zde větší znečištění vody organickými látkami živočišného a rostlinného původu. Jako u jediné ze zkoumaných studánek došlo k výraznému překročení mezní hodnoty pro mangan, která činí 0,05 mg.l⁻¹. Díky tomuto překročení studánku zařadíme dle normy do třídy IV - silně znečištěná voda. Voda z této studánky je tedy nevhodná pro pití. Jedná se evidentně o plně podzemní vodu, jelikož nebyl zjištěn žádný rozpuštěný kyslík. Vydatnost pramene nebylo možno našimi metodami měřit.

11. Závěr

Chráněná krajinná oblast Křivoklátsko je velice pestrou oblastí. Geologické podloží a nízký úhrn srážek způsobují, že oblast není moc bohatá na výskyt podzemních vod. Avšak na několika místech nalezneme prameny a studánky, které mají vysokou vydatnost. Některé z těchto pramenů slouží k zásobování vodou, například studánka Pod poklopem a U škrpálu se nachází v zahrádkářských koloniích a k jejímu využívání dochází. Dále pak studánka Rozárka dříve sloužila k zásobování pitnou vodou pro část obce Zbečno. Avšak u šesti z osmi studánek byl překročen alespoň jeden parametr kvality vody - hodnoceno dle norem na pitnou vodu. Pouze Voda z lesních tišin a Studánka tekoucí volně vyhověli všem parametrům, které byly stanoveny. Studánky byly zařazeny dle jednotlivých parametrů do tříd podle normy ČSN 75 7221. Čtyři studánky z osmi byly zařazeny do třídy I - neznečištěné vody. Studánka Štíhllice byla zařazena do třídy II - mírně znečištěná voda, jelikož ve větší míře překročila limit pro chemickou spotřebu kyslíku. Studánky Obelisk a Vůznice - U škrpálu byly dokonce zařazena do třídy IV - silně znečištěná voda. Do třídy V - velmi silně znečištěná voda, byla zařazena studánka Pod poklopem, a to díky velkému obsahu dusičnanů.

Závěrem lze tedy konstatovat, že voda z většiny zkoumaných studánek není vhodná k použití jako voda pitná. Vzhledem k tomu, že studánky jsou volně přístupné a nijak neoznačené, je pravděpodobné, že jsou využívány jako zdroje vody pitné. Doporučujeme proto pokračovat v monitoringu kvality vody ve studánkách. Dále doporučuji označit studánky a informovat tak veřejnost o tom, kterou vodu lze používat jako pitnou a kterou nikoli.

12. Literatura

DUB, Otto. NĚMEC, Jaromír. Praha: Hydrologie. SNTL – nakladatelství technické literatury, 1969. 378. 04-711-69.

FÜRHACKER, Maria. The Water Framework Directive – can we reach the target?. *Water Science & Technology*, 57/2008, 9-17.

HYNIE, Otto. Hydrogeologie ČSSR. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1961. 564.

INAMDAR, Shreeram & kolektiv. Dissolved organic matter (DOM) concentration and quality in a forested mid-Atlantic watershed. *Biogeochemistry*, 108/2012, 55-76.

JEDLIČKA, Josef. EMBERTOVÁ, Renáta. Průvodce po naučných stezkách CHKO Křivoklátsko. AOPK ČR, 2008. 30. ISBN 978-80-87051-42-9.

JENÍK, Jan & kolektiv. Biosférické rezervace České republiky: Příroda a lidé pod záštitou UNESCO. Praha: Empora, 1996. 160. ISBN 80-85779-31-5.

JENÍK, Jan. PRICE, Martin. Biosphere reserves on the crossroad of Central Europe. Praha: Empora, 1994. 168. ISBN 80-85779-19-6.

KOLBEK, Jiří & kolektiv. Vegetace Chráněné krajinné oblasti a Biosférické rezervace Křivoklátsko: 1. Vývoj krajiny a vegetace, vodní, pobřežní a luční společenstva. Praha: AOPK ČR, 1999. 232. ISBN 80-86064-35-2.

KOLBEK, Jiří & kolektiv. Vegetace Chráněné krajinné oblasti a Biosférické rezervace Křivoklátsko: 3. Společenstva lesů, křovin, pramenišť, balvanišť a acidofilních lemů. Praha: Academia, 2003. 380. ISBN 80-200-1159-5.

KOLBEK, Jiří. VÍTKOVÁ, Michaela. Dlouhodobé sledování změn lesních a lučních společenstev v Chráněné krajinné oblasti a Biosférické rezervaci Křivoklátsko. Praha: Akademie věd ČR, Botanický ústav, 1999. 100. ISBN 80-86188-04-3.

KOVAŘÍK, Petr. Studánky a prameny Čech, Moravy a Slezka. Praha: Nakladatelství Lidové noviny, 1998. 261. ISBN 80-7106-253-7.

KOŽÍŠEK, František. KRATZER, Karel. Zpráva o kvalitě pitné vody ze studní individuálního zásobování v České republice. Praha: Státní zdravotní ústav, 1999. 14.

- KULÍK, Michal. Prameny a studánky. *Krása našeho domova*, 18/2009, 12.
- KŘÍŽ, Hubert. Hydrologie podzemních vod. Praha: Academia, 1983. 289. 104-21-852.
- MÁCHAL, Aleš. Malý ekologický a environmentální slovníček. Brno: Rezekvítek, 2006. 56. ISBN 80-86626-08-3.
- MATOUŠKOVÁ, Milada. Ekohydrologický monitoring vodních toků v kontextu evropské Rámcové směrnice o vodní politice 2000/60/ES. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2008. 209. ISBN 978-80-86561-54-7.
- PALIVEC, Viktor & kolektiv. Křivoklátsko. Praha: Středočeské nakladatelství a knihkupectví v Praze, 1986. 179. 42-010-86.
- SHOMAR, Basem. Zamzam water: Concentration of trace elements and other characteristics. *Chemosphere*, 86/2012, 600-605.
- SMALLEY, Thomas. ZOLAN, William. Water quality assessment for Agana springs. Guam: Technical report, 1981. 34.
- ŠILAR, Jan. Hydrologie v životním prostředí: Svazek 16. Praha: Ministerstvo Životního prostředí České republiky, 1996. 136. ISBN 80-7078-361-3.
- ŠILAR, Jan & kolektiv. Všeobecná hydrogeologie. Praha: Karolinum, 1992. 191. ISBN 80-7066-469-X.
- ŠTEFFLOVÁ-LEISKÁ, Milada. BIRNBAUMOVÁ, Alžběta. Křivoklátsko: Přírodní rezervace a kulturní památky. Praha: Státní tělovýchovné nakladatelství, 1956. 52.
- TYAGI, Sudhir. Need for proper water management for food security. *Current science*, 102/2012, 690-695.
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. Směrnice 2000/60/ES. Praha. 2001.
- MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČR. Vyhláška 252/2004 Sb. Praha. 2004.
- ČSN 75 7211 - Jakost vod. Pitná voda. Kontrola jakosti při dopravě, akumulaci a distribuci.

Internetové zdroje:

www.estudanky.cz – Národní registr pramenů a studánek

www.mzp.cz – Ministerstvo životního prostředí České republiky

<http://rozarka-studanka-zbecno.webnode.cz/> - Portál o studánce Rozárka

www.vodni-kamen.cz - Informace o vodním kameni

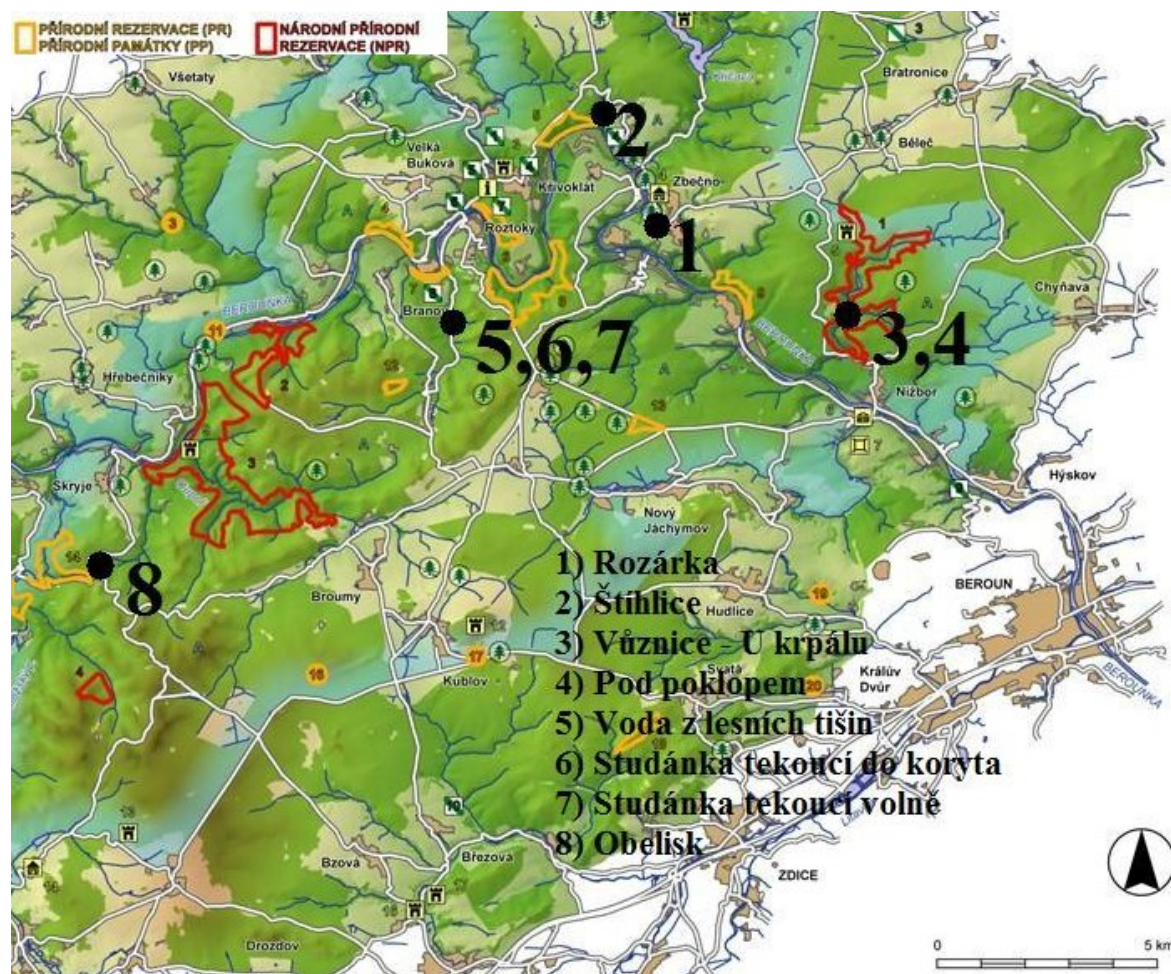
internet 1: VOKÁČ, Martin. Křivoklátsko se stane národním parkem, turisty to nijak neomezí. 2011. Dostupné online: http://praha.idnes.cz/krivoklatsko-se-stane-narodnim-parkem-turisty-to-nijak-neomezi-pwt-/praha-zpravy.aspx?c=A110627_1610033_praha-zpravy_sfo

internet 2: Agentura ochrany přírody a krajiny. CHKO Křivoklátsko. Dostupné online: http://www.krivoklatsko.ochranaprirody.cz/wps/portal/cs/aopkcr/aopkcr/!ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3h_n0BLUzdTEwP3EGNTA0_vUGNHp1BnIwMLA_1wkA7cKtyNCcgbQuQNcABHA30_j_zcVP2C7OwgC0dFRQC39OjQ/dl3/d3/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/

internet 3: PAŠTĚKA, Hynek. Z české přírody mizí studánky, nikdo se o ně nestará. 2008. Dostupné online: <http://www.novinky.cz/domaci/149514-z-ceske-prirody-mizi-studanky-nikdo-se-o-ne-nestara.html>

internet 4: Ochrana přírody a krajiny v České republice. Dostupné online: http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=mapa&site=CHKO_krivoklatsko_cz

13. Přílohy



Příloha 1.: Mapa zkoumaných studánek (internet 4)



Příloha 2.: Studánka Rozárka



Příloha 3.: Studánka Rozárka



Příloha 4.: Studánka Štíhlice



Příloha 5.: Studánka Štíhlice



Příloha 6.: Vůznice – U škrpálu



Příloha 7.: Vůznice – U škrpálu



Příloha 8.: Studánka Pod poklopem



Příloha 9.: Studánka Pod poklopem



Příloha 10.: Voda z lesních tišin



Příloha 11.: Studánka tekoucí do koryta a studánka tekoucí volně



Příloha 12.: Tři studně



Příloha 13.: Studánka Obelisk



Příloha 14.: Studánka Obelisk